

广西地区南美白对虾自动养殖装备的创新设计研究

杨永福¹ 李 博² 龚奕川¹ 韦 慧¹

1. 广西农业职业技术大学, 广西 南宁 530007

2. 浪尖设计集团有限公司, 广东 深圳 518053

摘要:以乡村振兴战略为背景,以服务广西乡村海产品养殖业发展为出发点,根据养殖户对南美白对虾自动化养殖装置的使用需求,结合生产实际和产品研发趋势的内容,采用联想法等创新设计方法,对南美白对虾自动化养殖装备的风格、功能、结构、造型、色彩、材质、人机等进行系统化研究和设计,整合养殖设备功能,设计一套符合养殖户劳作需求、美观实用、结构巧妙、构思新颖的白对虾自动养殖装备,从而解决广西地区南美白对虾养殖过程中存在的问题,节省劳动力,提高养殖工作效率,为广西农业经济发展和海产养殖行业发展奉献微薄之力。

关键词:广西;南美白对虾;自动养殖装备;创新设计

中图分类号:S968.22

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2023.10.007

1 研究背景

南美白对虾又名白对虾,过去曾被翻译为凡纳虾,是世界公认的少数优良繁殖品种之一。该物种原生于美洲的太平洋海岸。厄瓜多尔在20世纪70年代初开始正式养殖,并取得成功。南美白对虾成长迅速,抗环境变化能力强,对饲料要求较低,肉质美味,加工出肉率高,是国际水产市场和世界虾类养殖业的人气目标。如今南美白对虾已成为世界三大高产养殖虾种之一。也正因其上述优点,南美白对虾一直以来都是国内外虾农选种的优先选择对象,但目前就国内外的养殖情况来看,市面上相关的专业养殖产品十分少见,大部分产品仅能满足个别单体功能,目前在相关技术比较成熟的条件下却没有出现将多种功能整合的产品,这既是一个产品空缺又是一个亟待解决的痛点。

2 研究目的及意义

2.1 研究目的

正值我国打赢脱贫攻坚战、取得全面建成小康社会的伟大胜利之年,经济发展取得了阶段性胜利,但同时也面临着新的挑战。一方面要继续努力发展,向着第二个百年目标奋斗,另一方面要巩固好脱贫攻坚所取得的成果。广西壮族自治区正是这样一个需要发展的西部地区,部分区域的经济相对落后,但得益于得天独厚的地理条件和自然环境,广西地区的农业渔业等产业稳步发展。白对虾养殖是现有的致富好出路,处于需要技术转型,实现科学化现代化养殖的关键时期。

现有的科学技术已经可以满足很多功能的实现,若这些功能或技术能够应用到渔业产品的开发设计上,将会带给百姓带来极大的方便。通过项目研究,为有需要的群体做设计,能让更多的人感受到设计与技术结合带来的便利。

2.2 研究意义

2.2.1 实用意义

自动养殖装置设计研究将会为广西地区的南美白对虾养殖虾农带来科学的养殖方法和便利的自动化工作模式。从基础的全水域投食、水温自动控制、水内含氧量自动检测和调整等功能到水质自主采样检测、养殖环境状况跟踪检测、虾体健康状况监测等科学化智能化的设备支持。拥有这样的产品不仅可以为虾农减轻人力物力上的负担,而且可以让虾农们养得科学、养得放心。

2.2.2 经济意义

广西地区天然的地理位置和环境优势十分适合南美白对虾的养殖。南美白对虾养殖作为广西壮族自治区水产养殖业的支柱,每年都为广西地区带来十分可观的经济收益。通过运用先进的养殖装置,提高养殖收益率,扩大养殖规模,不仅可以巩固广西地区脱贫攻坚所取得的成果,还可以助力广西地区经济继续发展,促使广西人民走上共同富裕的道路。

2.2.3 科学意义

科学技术的创新往往是为造福人类,但不少科研成果难以直接让百姓受用,往往是因为之间隔了一层学习成本的屏障。自动养殖装置若被实际生产使用也需要一定的学习成本,但这种学习成本通过简化的操作模式等处理办法使其易于为虾农们掌握。拥有了产品的虾农将产品投入使用,大大节省了劳动力,提高了收益。与此同时,源源不断的数据

基金项目:2022年度广西高校中青年教师科研基础能力提升项目“广西南美白对虾自动化养殖装置的创新设计研究”(2022KY1202)

又可以分享给用户和科研人员,一旦拥有实时最新的数据,科研人员的调研成本就会大大降低,科研效率会显著提高,一举两得。

3 南美白对虾养殖相关设施设备市场调查

3.1 高位池养殖

养殖池塘养殖又称养殖细作,是台湾最初建造的,在泰国普及。近几年来,高位池在广东、广西、海南发展较快,高位池一般为圆形或方形的方形池塘,面积通常为 2700~3300 m²,池高多在 2 m 以上,纳水深度在 2 m 左右,有些池壁用水泥修砌,有些会在整个池子的内壁铺上一层塑料膜,一是可以防止漏水,二是可以隔离土质对池水的不良影响,便于池水的清淤消毒。底部多为锅底状,传统的方式会配置氧气增压机,利用中央排污口等设施排除生物的粪便、残饵和其他有机碎屑,保持良好的清洁状态,利于生物的生存和生活(图 1)。



图 1 高位池养殖模式

3.2 网箱养殖

网箱养殖模式是将对虾置于网箱内,减少活动,降低呼吸速率,减缓新陈代谢,降低能量消耗,有利于营养物质的转化和积累。同时,箱体内外水体可自由交换,获得足够的氧气和饵料,粪便可随水流从箱体中运出。除此之外还可以避免水域中敌害生物的侵袭,也便于管理,回捕率高。美中不足的是,因为养殖设施的搭建,养殖成本会有所提高。该养殖设施比较适用于养殖价值较高的鱼类等生物,不太适用于在广西地区养殖南美白对虾,因而产量会受到一定影响(图 2)。



图 2 网箱养殖模式

3.3 水产养殖循环系统

水质的好坏与水产养殖的成功与否紧密相关。决定水质的因素主要是水温、溶氧量、酸碱度等,但

这些指标一般情况下都无法直观看出。我国的水产养殖行业虽然有比较久的历史,但与国外部分水产养殖地区(如欧美、以色列等)相比,其养殖效率会低很多。主要原因是由于我国养殖范围广,养殖区域杂,人们大多较难接触先进的养殖设备和理念。我国近些年也在水产养殖水循环系统上有了一定的进步,图 3 为广州某农业生物科技有限公司研发的循环水养殖设备,该设备可以实现净化水质,实时采集水温、溶氧量、酸碱度等关键数据,有利于提高养殖效率^[1]。由于引进成本较高,故该设备在广西地区引进难度较大。



图 3 水产养殖循环系统

3.4 增氧机

增氧机又被称为养殖水车式氧机水车增氧机、海鲜增氧机、曝气增氧机,其工作原理是通过电机带动扇叶旋转,在搅动起水体的过程中将空气中的氧气带入到水面下,进而为水中生物补充氧气。因水内的氧气含量对于维持生物的健康具有重要作用,因此增氧机是属于水产养殖行业领域以及户外垂钓园等需要维持水内生物活性必不可少的设备。现有的增氧机设备大体是由转动机或马达带动扇叶旋转进行工作,同时需要周围的悬浮装置起到漂浮在水面上的作用,但能耗较大,普通小面积养殖者普遍每个养殖池仅配备一台增氧机(图 4)。



图 4 现有增氧机

4 产品设计定位

根据南美白对虾养殖的设施设备调查发现,目前几乎没有针对南美白对虾专门养殖的产品,对于养殖模式的升级基本靠大规模的改造,从养殖池到

水循环系统等。不仅有硬性的场地需求,对投入的要求也较高,并不适合广西地区广泛采用。因此,在设计中可以抓住那些通过改造大环境所取得的改进优势移植整合到一个独立的产品上。这个单体产品可以实现诸多功能,从而解决养殖过程中出现的痛点。在功能定位方面:该设备能够定时、定量、全面积地进行自动化投食,且既能投放固体药物也能投放液体药物;水质检测、水质含氧量检测、水温检测、pH 值检测;水质采样、AI 智能处理问题、执行远程指令;养殖环境变化跟踪监测、信息汇报与共享;利用太阳能等清洁能源驱动;可以加装载人功能或牵引功能。在造型定位方面,可考虑仿生学设计以增加产品形体美感,也可考虑简约农用机械感。在色彩定位方面,以白色为主色调,可以辅以其他颜色做点缀。在材质定位方面,考虑 PC、EPS、铝合金等组合搭配。在人群定位方面,主要以南美白对虾养殖户为主,同时为科研院所、高校学生提供研究基础。

5 南美白对虾自动养殖装备方案设计

5.1 方案创意设计

对对南美白对虾生物习性的了解和现有产品及市场环境分析中提取重要创新点,落实到具体功能,再从实现功能的角度思考其所依赖的硬件载体,进而对硬件造型及结构进行深入设计。以满足结构合理、便于功能实现为前提,让产品更加流畅美观,既能够符合实际使用,又满足现代或未来感的审美要求。如图 5 所示,该方案采用联想法,将广西特有海洋元素—海豚与自动养殖装置造型进行联想,将其特征形态进行简化后作为产品的整体造型元素,提取流线的造型,让产品整体看起来更加流畅自然。用分割与组合法将产品各个部件形态进行创新设计。船身的部件分模以尽量接近真实产品的分模要求为前提,满足功能的实现,让产品更加容易被人理解。

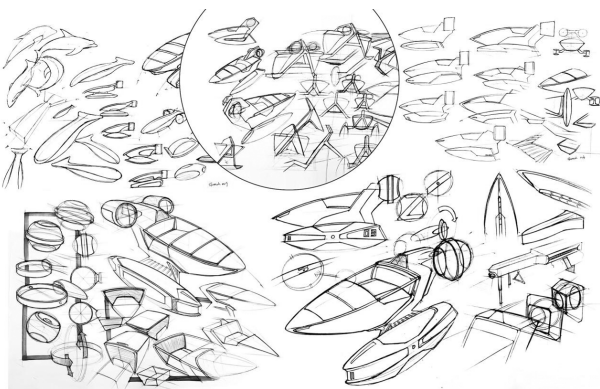


图 5 方案创意草图设计

在配色上以工业橙为主体色,辅以磨砂银和漆

面黑,在进气格栅等位置选用镀铬效果,使整个产品视觉感受更加真实,兼具工业风格和未来产品感,配色鲜明,不过于传统单调,让产品更加具有活力感(图 6)。

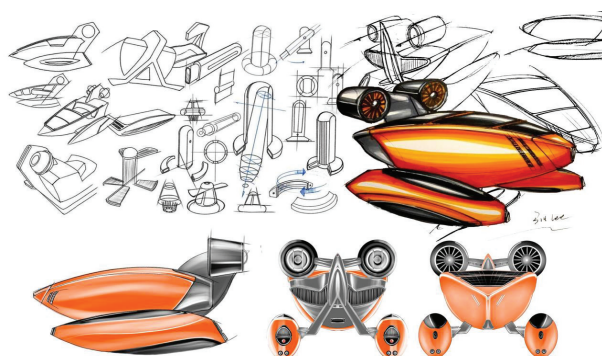


图 6 方案创意草图细化设计

5.2 产品功能设计

在产品功能创新设计方面,自动养殖船(装置)设有专物专用的存储仓,既可以投放固体也可以投放液体,通过船身感应装置,可以实现对地形的扫描,进而做到定时、定量、全面积的自动化投喂。同时船体内部设置探测装置、中枢系统和处理器三者协同合作,探测装置可以实现对水温的检测并进行水质采样,时刻保证水质条件适合南美白对虾生长,从外在环境消除引起病变的因素^[2]。中枢系统可以将采样结果进行运输传导,而处理器部分则可以对采样结果进行分析,进行包括水质监测、含氧量监测、pH 值检测等,并利用 AI 智能处理所遇到的问题,实时汇报信息。船体顶部的太阳能板采用单晶硅电池板可以有效地将太阳能转化为电能,避免造成资源浪费和环境污染。

5.2.1 外部功能设计

图 7 所示为外观功能介绍,具体部件功能如下:

- (1)船体前部感应雷达装置,主要功能是探测周围环境,扫描地形地貌;
- (2)船体腹部仓门,打开后探测结构可以展开伸出,用于水质检测及采样等;
- (3)连接结构,材质透明,便于观察输送至船体两侧的饲料是否通畅无阻塞;
- (4)船体顶部摄像头,便于捕捉有用信息;
- (5)太阳能板,清洁能源,保护环境^[3];
- (6)船体尾部摄像头,便于捕捉有用信息;
- (7)船体尾部格栅,用于尾部空调装置的进风;
- (8)白色灯带,用于提醒工作状态,正常状态为白色,非正常状态为红色;
- (9)船体尾部牵引钩,可在需要时将船体作为牵引装置来带动其他载具等;
- (10)船体尾部感应装置及与增氧机连接装置;

(11)发动机尾部风向叶片,可以通过控制角度进而控制船体转向;

(12)船体尾部格栅,用于尾部空调装置的排风;

(13)船体尾部信号灯,用于夜晚等特殊环境下,对船体下潜深度进行定位。

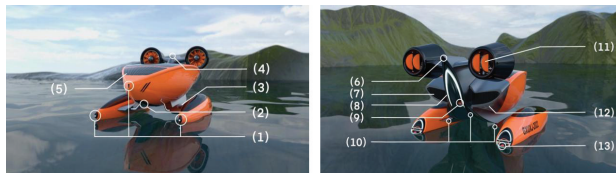


图7 外观功能

5.2.2 内部功能设计

为解决自动养殖船装置设计的可行性,根据外部功能的设计方案对内部功能及结构进行了设计。图8、图9所示分别为内部功能爆炸图和船体龙骨框架图。

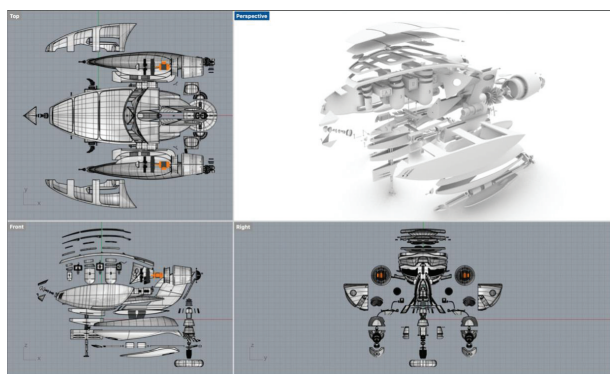


图8 内部功能爆炸图

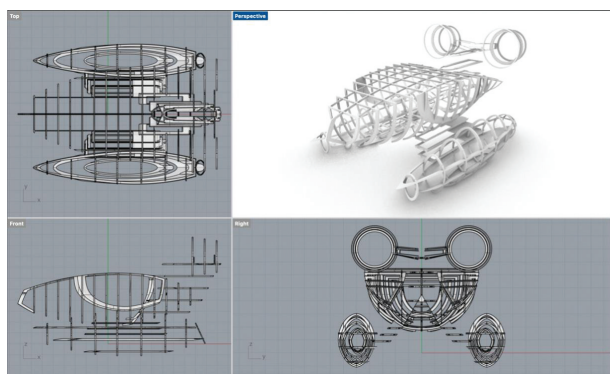


图9 船体龙骨框架图

图10所示为内部功能介绍,展示出有折叠结构部件的两种状态,各内部部件具体功能如下。

(1)仓体1和仓体2。用于液体存储,由导管经中枢系统连接至探测组进行投放。

(2)仓体3和仓体4。用于固体存储,由导管经中枢系统连接至探测组进行投放。

(3)仓体5。存储空间最大,存储主要饲料,由导管经C仓传输系统至船体两侧底部投放,饵料的投喂量主要根据当天的天气情况、水质状况、虾的健康、胶壳、池塘用药情况来确定^[4]。

(4)蓄电池A、B、C。因根据船体的整体质量分部和结构要求,三块蓄电池的体积并不相同,整体体量上 $A>B>C$ 。

(5)探测组。主要功能是在展开后进行液体和固体的物料投放、水温检测和水质采样,并把样本通过管道传输给处理器进行计算和分析。

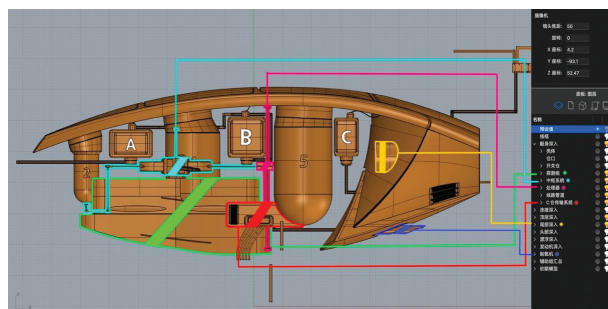
(6)中枢系统。主要功能是起到枢纽的作用,对液态和固态物体进行传输。

(7)处理器。用于存放探测组所收集的水质样本并且可以对样本进行计算和分析,将结果上传至系统,便于养殖户与科研人员的信息收集。另外则是作为整个船体的大脑,控制所有部件的运转和信息指令的接收处理。

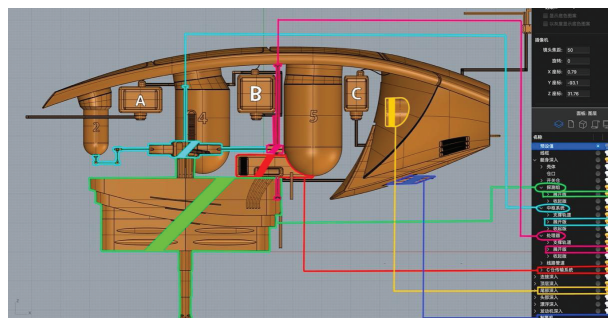
(8)C仓传输系统。用于对5号仓体内饲料的传导,通过气动原理将饲料由船体中部传导至船体两侧,再经船体两侧底部的管道排出投放到水下进行投喂。

(9)尾部空调装置。因船舱内有存储部件和大量结构,其工作是会产生热量,造成空间温度过高,因此在船体尾部设有两个空调装置,通过船体的进出风设计,实现空调的合理运转,监测空间内温度并及时启动控制温度。

(10)制氧机连接结构。用于与制氧机的连接,在制氧机急需补充电量或系统判断需要移动制氧机位置来为需要增氧区域进行增氧时,船体会自动移动至制氧机位置,通过展开连接装置与制氧机进行连接。



a. 功能收起



b. 功能展开

图10 内部功能介绍

5.2.3 产品材质设计

如图 11 所示,船体的主要外壳材料为复合材料,与传统金属材料相比,具有强度和刚度、热膨胀系数小、抗疲劳和抗振动能力强等优点。另外,复合材料本身具有可设计性,在不改变结构质量的情况下,可根据所装配部位的强度刚度要求进行优化设计,通常复合材料通过增强材料(碳纤维、玻璃纤维等)良好的力学性能和(树脂)的粘结作用两者有机的合成而成,本设计采用的增强材料主要是玻璃纤维,其性能优异,绝缘性好、耐热性强、抗腐蚀性好、机械强度高,适合产品所使用的环境。

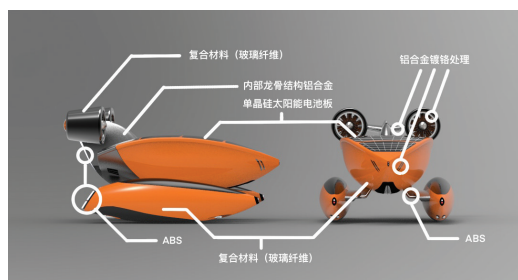


图 11 船体材质说明

船体的内部支撑龙骨结构采用铝合金材质,稳定其整体结构,同时又避免船体过重。船体顶部的太阳能电池板是单晶硅太阳能电池板,其光电转换率约为 18%,最高可达 24%,是目前所有类型太阳能电池中最高的,它一般是钢化玻璃,防水、耐用,甚至可以使用 25 年之久。其余部件材料多为 ABS 等常规工业产品材质,以耐用为前提,适合产品实际使用的环境要求。

因为要考虑使用环境原因,需要注意防腐防潮以及耐腐蚀性能,所以内部以铝合金材质为支撑结构,外部则为使用性能和寿命较久的复合材料。整体上适合长时间在户外进行工作。

5.3 产品操作设计

图 12 所示为船体与制氧机协同工作场景效果图,当制氧机通过自身的太阳能板无法补充足够的电量时,船体会自动前往与其连接并进行充电。当部分船体检测到某区域氧气含量不足急需补充氧气时,船体会自动前往可调配的制氧机边,与其连接并将其带到需要补充氧气的位置。



图 12 船体与制氧机协同工作场景效果

图 13 所示为船体探测组进行工作时的效果,探测组对水质进行检测,结果经过处理器的分析分别发送数据至科研人员的数据库和养殖者的可视化平台系统,给科研人员提供及时可靠的信息,也可以让养殖者更加清楚养殖环境所处的状态,及时处理所提醒的异常情况。

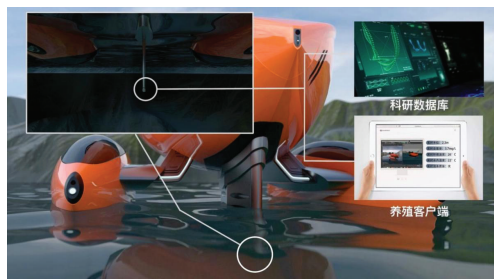


图 13 船体探测结构工作场景效果

6 结语

随着国家人口老龄化和城镇化进程的加快,现有农渔业的养殖者多为 30~40 岁及以上的中年和中老年群体。这一人群所受的教育水平有限,对新事物的接受能力有限。缺乏科学的养殖知识和方法、养殖设施简陋等。诸多问题的累加常常会导致养殖者面临经济损失的重大风险。当下正值我国脱贫攻坚取得全面胜利,实现全面小康的幸福生活,向着第 2 个百年奋斗目标前进,争取实现人民的共同富裕与祖国伟大复兴之际,开展以功能的可实现性和解决问题为中心的养殖装置设计研究,不仅能够满足未来农渔业现代化发展的产品设计,更是为乡村振兴、农业产业发展贡献智慧。加强海水养殖技术创新研究工作,也为加大海水养殖科技推广力度^[5],为巩固脱贫攻坚伟大胜利成果,为广西地区南美白对虾养殖者创造效益,为广西地方农业经济发展贡献一份力量。

参考文献:

- [1] 熊兰湘,许婉玲,岳坤,等.基于水产养殖现状的智能化研究及推广——以广东省茂名市官桥镇为例[J].南方农机,2022,53(18):45-48.
- [2] 孟明翔.南美白对虾养殖策略与关键技术探究[J].南方农机,2022,53(20):51-53.
- [3] 吴春风.太阳能技术在汽车新能源领域的应用[J].科技风,2020(14):1,8.
- [4] 白谦.南美白对虾养殖技术[J].农业与技术,2013(2):231-232.
- [5] 卢昆,吴文佳.挪威海水养殖业高效发展的主要措施及经验启示[J].世界农业,2016(9):190-193.

作者简介:杨永福,男,1983 年生,研究生,高级实验师。研究方向为产品设计、视觉传达设计。